

## DR-29

**ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ АНАЛИЗА РАЗМЕРА НАНОСТЕРЖНЕЙ НА ОСНОВЕ СОРБЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ****Е. В. Мараева, Н. В. Пермяков**

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В. И. Ульянова (Ленина), 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5.  
E-mail: jenvmar@mail.ru*

В химической технологии в ряде случаев особенно важным является контроль размеров формируемых наночастиц на различных этапах синтеза. При этом особый интерес вызывают методики, дающие возможность исследования большого объема материала в один прием (в отличие от локальных методов, где анализируются отдельные участки образца и результаты исследования усредняются), а также возможность исследования материалов с большой шероховатостью, где другие методы анализа поверхности неприменимы или нежелательны. К таким методам относится неразрушающий сорбционный анализ, позволяющий проводить экспресс-оценку размеров наночастиц.

Сорбционные методы анализа, как правило, используются для характеристики пористых материалов на мезопористом (диаметр 2–50 нм), а также микропористом (диаметр  $\leq 2$  нм) уровнях. Тем не менее такая характеристика материала, как удельная поверхность, определяемая на основе анализа изотерм адсорбции инертных газов, в ряде случаев характеризует не только развитость поверхности, обусловленную пористой структурой материала, но и поверхность частиц раздробленной фазы дисперсной системы.

Целью настоящей работы являлось создание виртуального прибора (компьютерной программы) для обработки результатов сорбционного анализа наноматериалов, в том числе для оценки размеров наночастиц на основе значения удельной поверхности. Полученные результаты оценки сопоставлялись с данными растровой электронной микроскопии. Для разработки виртуальной программы использовалась среда LabView.

Определение размеров частиц проводилось в 2 стадии. Первая стадия заключалась в исследовании процессов адсорбции азота на выбранном наноматериале и определение удельной поверхности по методу Брунауэра, Эммета, Теллера (БЭТ). Исследования проводились на приборе Сорби MS, позволяющем исследовать параметры пористой структуры наноматериалов, в том числе определять удельную поверхность.

На второй стадии по значению удельной поверхности определялся средний размер частиц в рамках модели, что частицы являются наностержнями с заданным соотношением длины и диаметра  $L/D$ . Соотношение  $L/D$  выбиралось на основе обработки экспериментальных данных растровой электронной микроскопии, индивидуально для каждой серии исследуемых образцов.

Разработанная программа позволяет автоматизировать процесс расчета размеров наностержней. Входными данными для анализа являются значение удельной поверхности образца, полученное методом БЭТ, плотность материала и аспектное отношение наностержней. Разработанная программа дополняет виртуальный прибор [1], предназначенный для оценки фрактальной размерности на основе данных сорбционного анализа.

**Библиографический список**

1. Determination of the fractal dimension of mesopores in metal-oxide structures obtained via sol-gel synthesis / E. V. Maraeva, N. V. Permiakov, K. N. Khalugarova [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1400 055021, – P. 2019.